

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-082941

(43)Date of publication of application : 30.03.2001

(51)Int.Cl.

G01B 11/24
H04N 5/222
H04N 5/232

(21)Application number : 11-262592

(71)Applicant : GEN TEC:KK
MINOLTA CO LTD

(22)Date of filing : 16.09.1999

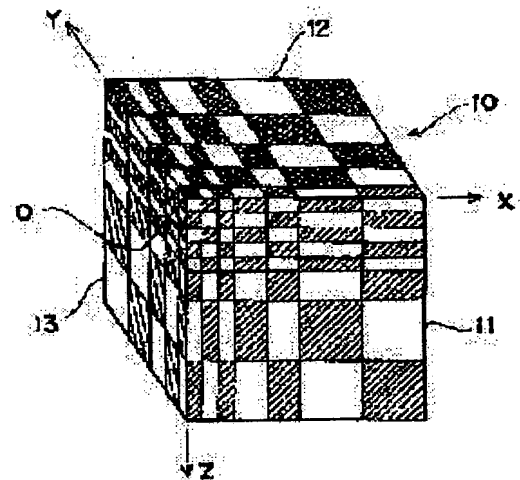
(72)Inventor : FURUYAMA TSUNEO

(54) THREE-DIMENSIONAL PATTERN FOR CALIBRATION

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an accurate calibration even with zooming with one pattern, by creating a calibration pattern by changing a photographing magnification by zooming so that average grain size of a photographed image of the photographed pattern is uniformed.

SOLUTION: A calibration pattern 10 is cubic, a front surface 11, an upper surface 12, and a left surface 13 are provided with a pattern of the same size, a part at an origin O in three-dimensional coordinates is small in size, and the size increases outward. Respective surfaces of the pattern need not same, but coordinates of a marked point, for example a corner point of a black portion having oblique lines are made clear. Therefore, a size with a large number of digits and a size with a irrational number are avoided, and each pattern for forming the pattern is a pattern easy to provide a corresponding point and is not limited to square and rectangle. For example, when a checkered pattern in which the size is changed in geometrical series is applied a substantially same pattern goes into a photographing screen regardless of zooming, reference point coordinates are easily determined, and calibration is facilitated.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-82941

(P2001-82941A)

(43) 公開日 平成13年3月30日 (2001.3.30)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テーマコード* (参考)
G 0 1 B 11/24		G 0 1 B 11/24	K 2 F 0 6 5
H 0 4 N 5/222		H 0 4 N 5/222	Z 5 C 0 2 2
5/232		5/232	A

審査請求 未請求 請求項の数5 O L (全5頁)

(21) 出願番号 特願平11-262592

(22) 出願日 平成11年9月16日 (1999.9.16)

(71) 出願人 598108467
株式会社ゲン・テック
東京都渋谷区広尾5-19-9 広尾ONビル

(71) 出願人 000006079
ミノルタ株式会社
大阪府大阪市中央区安土町二丁目3番13号
大阪国際ビル

(72) 発明者 古山 恒夫
東京都渋谷区広尾5-19-9 広尾ONビル
株式会社ゲン・テック内

(74) 代理人 100100435
弁理士 久保田 健治

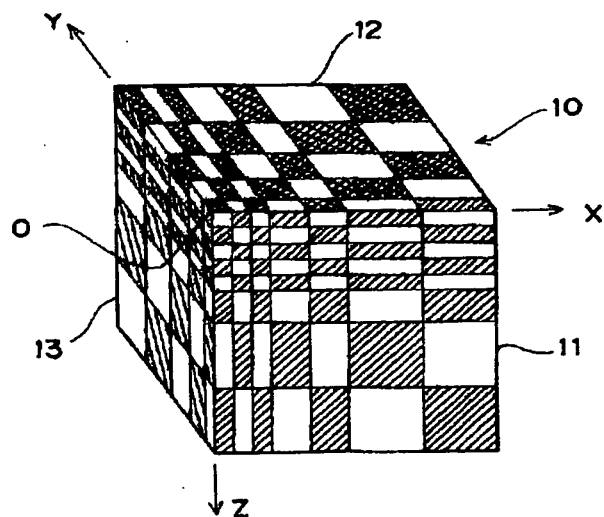
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 キャリブレーション用3次元パターン

(57) 【要約】

【課題】 1個のパターンでズーミングにより撮影倍率を変化させた場合にも正確に校正できるキャリブレーションパターンを提供することを課題としている。

【解決手段】 ズーム式カメラの撮影画像から3次元物体の形状等を認識するためのキャリブレーション用3次元パターンにおいて、ズーミングして撮影倍率を大きくしたときに撮影される中央部の3次元パターンの粒度を細かくし、撮影倍率を小さくしたときに撮影される外周部の3次元パターンの粒度を粗くしたことを特徴とする。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 ズーム式カメラの撮影画像から 3 次元物体の形状等を認識するためのキャリブレーション用 3 次元パターンにおいて、ズーミングにより撮影倍率を変えて撮影したキャリブレーションパターンの撮影画像の平均粒度が一様化するようにパターンを構成したことを特徴とするキャリブレーション用 3 次元パターン。

【請求項 2】 ズーム式カメラの撮影画像から 3 次元物体の形状等を認識するためのキャリブレーション用 3 次元パターンにおいて、撮影倍率を大きくしたときに撮影される中央部の 3 次元パターンの粒度を細かくし、撮影倍率を小さくしたときに撮影される外周部の 3 次元パターンの粒度を粗くしたことを特徴とするキャリブレーション用 3 次元パターン。

【請求項 3】 前記 3 次元パターンは、粒度の大きさを略等比級数的に変化させたことを特徴とする請求項 1 又は請求項 2 の何れか 1 に記載のキャリブレーション用 3 次元パターン。

【請求項 4】 前記 3 次元パターンは、レンズの歪みパラメータを求めやすくするための直線部分を含むことを特徴とする請求項 1～請求項 3 の何れか 1 に記載のキャリブレーション用 3 次元パターン。

【請求項 5】 前記 3 次元パターンは、立方体又は直方体の 3 個の面にパターンを付して、該 3 個の面が撮影面となるように構成したことを特徴とする請求項 1～請求項 4 の何れか 1 に記載のキャリブレーション用 3 次元パターン。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、ズーム式カメラを使用した撮影画像から 3 次元物体の形状等を認識するための技術分野に属する。更に、具体的にはズーム式カメラを使用する際のキャリブレーション用の 3 次元パターンの技術分野に属する。

【0002】

【従来の技術】3 次元空間における対象物体の形状を認識する 3 次元画像計測においては、カメラパラメータ（又は、システムパラメータともいう）を知る必要がある。カメラパラメータを求めるにはレンズの焦点距離を実測したり、カメラの位置と姿勢を測定することによっても求められるが、この様な方法は正確な測定が困難であり、時間もかかる。そこで、3 次元座標が既知である点を具備した基準となる物体を撮影して、その既知の 3 次元座標とそれを撮影した画像上の点の座標との対応関係からカメラパラメータを求める方法或いは校正（キャリブレーション）する方法が従来から採用されている。

【0003】3 次元空間内の対象物体 51 の形状を測定するためには、図 3 に示すように、カメラパラメータが既知のカメラ 52、53 による撮影画像 1 及び撮影画像 2 が必要である。カメラ 52（又はカメラ 53）のカメ

ラパラメータを求めるためには、対象物体 51 の代わりに 3 次元空間座標系で基準となる点（X、Y、Z）を付したキャリブレーションパターンを配置し、カメラ 52（又はカメラ 53）による撮影画像 1（又は撮影画像 2）の基準点の像の座標（Xc、Yc）（図示省略）が一組分かると 2 個の方程式が得られる。従って、12 個の未知数を含むカメラパラメータは同一平面上にない少なくとも 6 個の基準点の撮影画像の座標を知ることにより求められる。

【0004】図 4 及び図 5 に従来から利用されていたキャリブレーションパターンの例を示す。図 4 に示すキャリブレーションパターン 55 は x-y 平面 55a、y-z 平面 55b 及び z-x 平面 55c からなり、各平面 55a～55c に座標位置が既知の目印 56 が描かれている。なお、目印 56 は同一である必要はない。また、図 5 に示すキャリブレーションパターン 58 は立方体に基準間隔の格子 59 を描いたものである。

【0005】ところで、3 次元空間内の対象物体の大きさが大小様々に変化する場合は固定焦点のカメラではなくズームレンズを持ったカメラで撮影が行われる。ズーミングをすると焦点距離が変化し、撮影倍率も変化する。焦点距離を長く（短く）すると撮影倍率は大きく（小さく）なる。このとき、システムパラメータも異なる値をとるので再度パラメータを求める必要がある。従来のキャリブレーションパターンでは、目印等の大きさや間隔が略同一であるためにズーミングして撮影倍率を変化させると撮影画像に撮影される目印等の数が少なすぎたり、又は多すぎたりして不便であった。また、ズーミングする度毎に異なるキャリブレーションパターンを使用するのは製作や取り扱い作業上不便があった。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】本発明はズームレンズを持ったカメラで 3 次元対象物体の計測を行う場合に、ズーミング毎にキャリブレーションパターンを変更したり、又は 1 つのキャリブレーションパターンを使用した結果、目印等の数が少なすぎたり多すぎたりしてキャリブレーションが不正確又は困難になることを防止することを目的としている。この発明は、上述のような背景の下になされたもので、1 個のパターンでズーミングしても正確に校正できるキャリブレーションパターンを提供することを課題としている。

【0007】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するために本発明は以下の手段を採用している。即ち、請求項 1 記載の発明は、ズーム式カメラの撮影画像から 3 次元物体の形状等を認識するためのキャリブレーション用 3 次元パターンにおいて、ズーミングにより撮影倍率を変えて撮影したキャリブレーションパターンの撮影画像の平均粒度が一様化するようにパターンを構成したことを特徴としている。なお、粒度はパターンの模様の密度、又

は粗密を意味している。即ち、粒度が大きいとはパターンの模様が粗いことを意味し、粒度が小さいとはパターンの模様が密であることを意味している。また、ズーム式カメラは機械的なズーム機構を用いたカメラに限られず、電子ズームを利用したカメラでもよい。

【0008】請求項2記載の発明は、ズーム式カメラの撮影画像から3次元物体の形状等を認識するためのキャリブレーション用3次元パターンにおいて、撮影倍率を大きくしたときに撮影される中央部の3次元パターンの粒度を細かくし、撮影倍率を小さくしたときに撮影される外周部の3次元パターンの粒度を粗くしたことを特徴としている。

【0009】請求項3記載の発明は、請求項1又は請求項2に記載の発明において、前記3次元パターンは、粒度の大きさを略等比級数的に変化させたことを特徴としている。

【0010】請求項4記載の発明は、請求項1～請求項3に記載の発明において、前記3次元パターンは、レンズの歪みパラメータを求めやすくするための直線部分を含むことを特徴としている。

【0011】請求項5記載の発明は、請求項1～請求項4に記載の発明において、前記3次元パターンは、立方体又は直方体の3個の面にパターンを付して、該3個の面が撮影面となるように構成したことを特徴としている。

【0012】

【発明の実施形態】図1は本発明の実施形態によるキャリブレーションパターンの全体図を示し、図2は各模様の大きさを説明する図である。以下、図面を参照してこの発明の実施形態について説明する。

【0013】図1において、キャリブレーションパターン10は立方体で、正面11、上面12及び左側面13にキャリブレーション用のパターンが付されている。このパターンは各面11～13とも同じサイズの模様であり、3次元座標(X、Y、Z)の原点O(手前側)の部分はサイズが小さく、外側に行くに従ってサイズが大きくなっている。各面のパターンは同一である必要はなく、異なってもよいが目印となる点、例えば斜線等を付した黒い部分の角点の座標は明確でなければならない。従って、桁数の大きい寸法や無理数のごとき寸法は避けなければならない。また、パターンを形成する個々の模様は対応点の求めやすい模様であることが望ましく、正方形、矩形に限定されるものではない。

【0014】図2は等比級数的に寸法を変化させた市松模様を付した場合である。図2において、正方形11の一辺の長さLを1200mmとし、ズームの範囲を撮影倍率で(1倍～3倍)とした。図2に示すように正方形又は長方形の模様を形成するためにX方向及びY方向を分割し、各辺の長さを a_1 、 a_2 ... a_n とする。最大辺 a_n の比 a_n 対L(a_n/L)をRとし、等

比級数の比をrとすれば、

$$a_n + \dots + a_2 + a_1 = a_n (1 + r + r^2 + \dots + r^n) = L$$

となる。rの(n+1)乗以降の値を無視すれば、 $L = a_n \{1 / (1 - r)\}$ となり、 $R = 1 - r$ となる。

【0015】 $R = 1/4$ とすれば、 $r = 3/4$ となる。 $n = 18$ とし、 $L = 1200$ mmとなるように各辺の長さを適当に丸めると、 $\{a_{18}, \dots, a_3, a_2, a_1\}$ は{300、225、165、120、100、75、55、40、30、20、10、10、10、5、5、5、5}となる。但し、上記数値の単位はmmである。各辺の長さを上記数値として、立方体に正方形及び矩形を構成し、適宜模様を付ければキャリブレーションパターンが得られる。このパターンでは撮影倍率が1倍(最小)の場合、即ち、ズームレンズの焦点距離が最短の場合は撮影画面は最も広くなり、最小の要素から最大要素までの18個の模様、即ち原点Oから1200mmの全体模様が撮影画面に入る。また、撮影倍率を3倍(最大)にした場合は撮影画面は最も狭くなり、原点Oから390mmまでの14本の模様が撮影画面に入る。なお、上記数値例は $n = 18$ の場合について説明したが、本発明はこれに限られるものではなく、nは18より小さくても、大きくてもよい。

【0016】本実施形態は以上のように構成したので、撮影倍率が1倍の場合は最大正方形の辺の長さが300mmの正方形までが撮影画面に入り、撮影倍率が3倍の場合は最大正方形の辺の長さが100mmまでの正方形が撮影画面に入る。従って、ズームに関係なく略同一のパターンが撮影画面に入るので基準点の座標が求めやすく、キャリブレーションがやり易いという効果が得られる。また、直線部分がパターンに含まれているので、レンズの歪みがあっても、容易にその歪みを検出することができ、歪みチェックが容易であるという効果もある。また、本実施形態は立方体の3つの面にキャリブレーションパターンを付しており、各面から基準座標を選択することができ、射影変換行列を計算する際に係数行列のランクが落ちないようにしているので、計算が容易になるという効果もある。

【0017】以上、この発明の実施形態、実施例を図面により詳述してきたが、具体的な構成はこの実施例に限られるものではなく、この発明の要旨を逸脱しない範囲の設計の変更等があってもこの発明に含まれる。例えば、キャリブレーションパターンを付した形状は立方体又は直方体に限定されるものではない。また、キャリブレーションパターンは粒度の細かい部分が中央にあり、周囲に粒度の粗い部分がある場合に限定されるものではなく、撮影倍率を大きく(焦点距離を長く)したときに粒度の粗い模様がカットされ、撮影倍率を小さく(焦点距離を短く)したときに粒度の粗い模様が入るようにして平均粒度が一様化されているパターンであればよい。

【0018】なお、ズーム式カメラは電子ズームを利用したカメラでもよい。即ち、撮影素子から出力される画像信号を補間処理して実際のレンズ焦点から得られる倍率以上の画像を得るようにした電子ズームを備えたズーム式カメラ、またはビデオカメラ等を使用する場合においても本発明は適用される。

【0019】

【発明の効果】以上説明したように、この発明の構成によれば、ズーミングによる撮影倍率の大きさに関係なく平均粒度が一様化され、略同一のパターンを撮影画面に入れることができ、パラメータのキャリブレーションが容易であるという効果が得られる。請求項4記載の発明においては、さらに、パターンに直線部分を含むのでレンズの歪みの程度を認識できるという効果が得られる。請求項5に記載の発明においては、立方体等を利用して

いるので射影変換行列を計算する際に係数行列のランクの落ちがなく計算が容易になるという効果と製作が容易であるという効果が得られる。

【図面の簡単な説明】

05 【図1】 本発明の実施形態によるキャリブレーションパターンの全体図を示す。

【図2】 パターンを等比級数的に変化させた場合の各模様の大さを説明する図である。

10 【図3】 3次元画像計測における対象物体とカメラとの配置関係を示す。

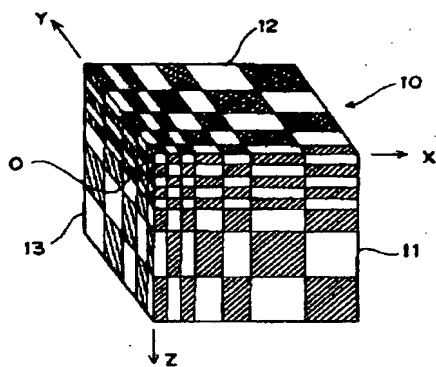
【図4】 従来のキャリブレーションパターンを示す。

【図5】 従来の別のキャリブレーションパターンを示す。

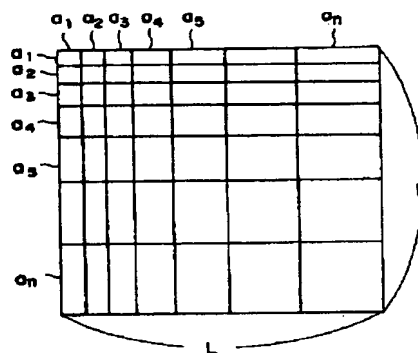
【符号の説明】

15 10 キャリブレーションパターン

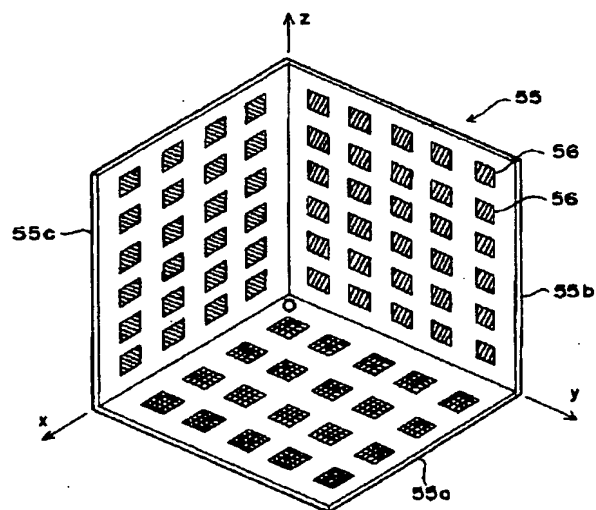
【図1】



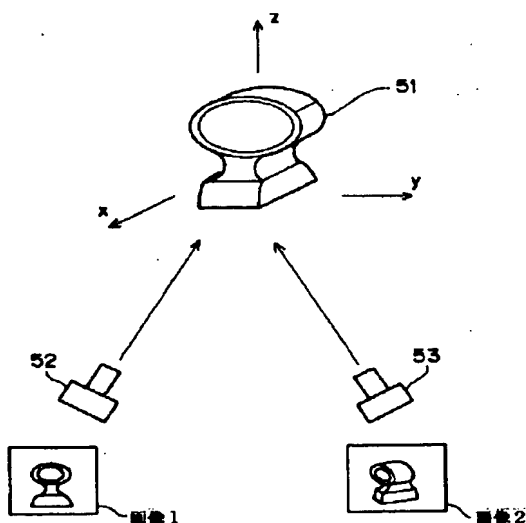
【図2】



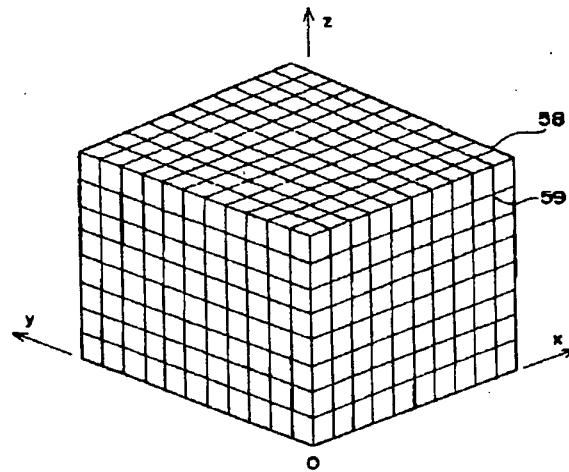
【図4】



【図3】



【図5】



フロントページの続き

Fターム(参考) 2F065 AA14 BB05 BB28 DD10 EE08
 EE11 FF01 FF61 JJ03 JJ26
 KK02 LL06 NN13 RR10 TT02
 5C022 AB66 AC76

25